

Vibrations Acoustiques de Nanoparticules Cœur-Coquille : Nano-Balances Multicritères et Caractérisation d'Interfaces

Julien Burgin¹, Benoit Dacosta Fernandes¹, Hatim Baida¹, Pierre Langot¹, Jean Oberlé¹, Pascal Massé², Mona Tréguer-Delapierre², Noelia Vilar-Vidal³, Serge Ravaine³, Lucien Saviot⁴

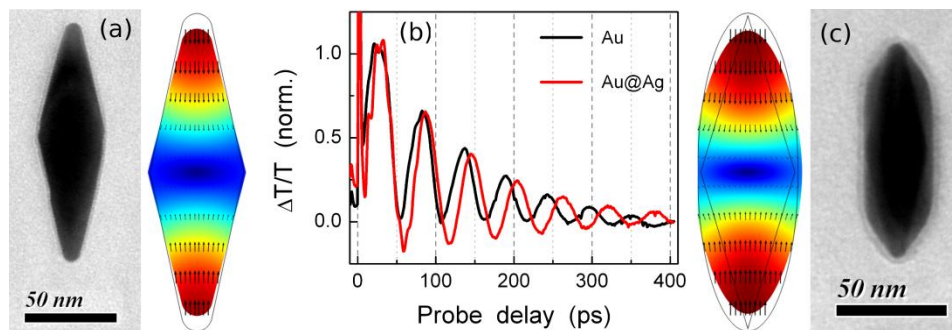
¹ Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Univ. Bordeaux, CNRS UMR 5798, Talence, France

² Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux, Univ. Bordeaux, CNRS UPR 9048, Pessac, France

³ Centre de Recherche Paul Pascal, Univ. Bordeaux, CNRS UPR 8641, Pessac, France

⁴ Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, CNRS UMR 6303, Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

L'étude des vibrations acoustiques de nanoparticules métalliques est un domaine des nanosciences à l'interface entre la plasmonique, l'acoustique et la thermique. Des mesures optiques résolues en temps de ces vibrations (5GHz-1THz) ont pu être menées en raison de la grande sensibilité des résonances plasmon de surface aux variations de forme et de volume du nano-objet [1]. Dans ces expériences, une première impulsion femtoseconde vient exciter les nano-objets. L'énergie absorbée par le gaz d'électrons est redistribuée aux phonons puis à l'environnement. Lors de cette relaxation, des vibrations acoustiques sont initiées et modulent la réponse optique des nanoparticules [1]. Une seconde impulsion, retardée, vient sonder l'état vibrationnel du système : les modulations de l'intensité du faisceau traduisent directement l'état vibrationnel de la nanoparticule. Nous présenterons deux études utilisant ce type de mesures pour accéder à des informations concernant les nanoparticules et leur environnement.



La première concerne la démonstration de la grande sensibilité des vibrations acoustiques de nano-bipyramides d'or à un faible dépôt d'argent (cf. Figure). L'étude des variations des périodes et des amplitudes des modes suite à ce dépôt nous a permis d'estimer que la quantité d'argent minimale détectable était de l'ordre de 40 attogrammes [2]. Ces résultats montrent que l'utilisation des vibrations acoustiques des nanoparticules métalliques est une voie intéressante dans le domaine de la détection de faibles masses car elle permet un diagnostic multicritères (fréquence et amplitude de plusieurs modes) contrairement aux techniques classiques basées sur le suivi d'une seule fréquence.

La seconde concerne des résultats obtenus sur des nanoparticules cœur/coquille argent/silice qui illustrent le fait que la mesure des vibrations acoustiques permet de caractériser la nature du contact mécanique à l'interface entre cœur et coquille, information non accessible par microscopie TEM.

1. A. Crut, P. Maioli, N. Del Fatti, F. Vallée, Acoustic vibrations of metal nano-objects: time-domain investigations, *Physics Reports* 2015, 549, 1-43

2. B. Dacosta Fernandes, M. Spuch-Calvar, H. Baida, M. Tréguer, J. Oberlé, P. Langot, J. Burgin, Acoustic Vibrations of Au Nano-Bipyramids and their Modification under Ag Deposition : a Perspective for the Development of Nanobalances, *ACS Nano* 2013, 7, 7630-7639